

# EUROPEAN PATENT OFFICE

## Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 06286401  
PUBLICATION DATE : 11-10-94

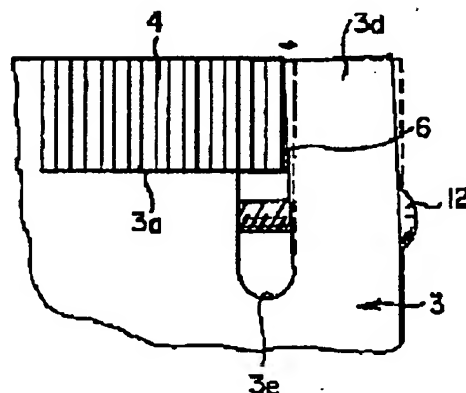
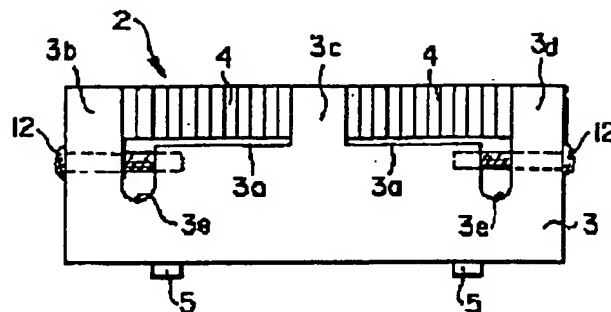
APPLICATION DATE : 31-03-93  
APPLICATION NUMBER : 05074569

APPLICANT : OLYMPUS OPTICAL CO LTD;

INVENTOR : TANIGUCHI YOSHIHISA;

INT.CL. : B60B 1/06 H01L 41/09 H02N 2/00

TITLE : ULTRASONIC VIBRATOR



ABSTRACT : PURPOSE: To apply a pre-load without impressing offset voltage on converting elements by compressing and forming the converting elements integrally in an elastic body after auxiliary elastic bodies are deformed elastically to the elastic body when the electric-mechanical energy converting elements are sandwiched between the auxiliary elastic bodies.

CONSTITUTION: An ultrasonic vibrator 2 is composed of an elastic body 3 and laminated type piezoelectric elements 4 being an electric-mechanical energy converting element. Two rectangular notches 3a are arranged downward from an upper end in the elastic body 3, and sandwiching protrusive parts 3b-3d being an auxiliary elastic body are formed in three places. Respective U shape notches 3e are formed downward in both end parts of the respective rectangular notches 3a. Two piezoelectric elements 4 are inserted in the respective rectangular notches 3a, and are fixed by machine screws 12 and adhesives 6. On the other hand, slidingly movable members 5 are fixed to the lower end of the elastic body 3. In this case, the respective sandwiching protrusive parts 3b-3d are deformed elastically by fastening the machine screws 12, and a pre-load is applied to the respective piezoelectric elements 4.

COPYRIGHT: (C)1994,JPO

# BEST AVAILABLE COPY

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平6-286401

(43) 公開日 平成6年(1994)10月11日

(51) Int.Cl.<sup>3</sup>

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

B 6 0 B 1/06

Z

H 0 1 L 41/09

H 0 2 N 2/00

C 8525-5H

9274-4M

H 0 1 L 41/ 08

S

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平5-74569

(22) 出願日 平成5年(1993)3月31日

(71) 出願人 000000376

オリンパス光学工業株式会社

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号

(72) 発明者 津幡 敏晴

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリ  
ンパス光学工業株式会社内

(72) 発明者 舟窪 朋樹

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリ  
ンパス光学工業株式会社内

(72) 発明者 藤村 毅直

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリ  
ンパス光学工業株式会社内

(74) 代理人 加理士 伊藤 達

最終頁に続く

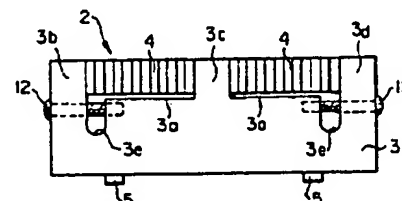
(54) 【発明の名称】 超音波振動子

(57) 【要約】

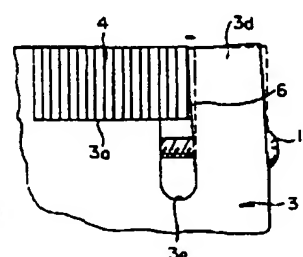
【目的】 積層型圧電素子にオフセット電圧を印加することなく予圧を与えることができる超音波振動子を提供する。

【構成】 基体となる弾性体3と、この弾性体3の上端面に固定され交流信号が印加されることにより該弾性体3を振動させる積層型圧電素子4と、上記弾性体3の上端面で該弾性体3と一体化されるとともに上記積層型圧電素子4を挟持する挟持用凸部3b、3c、3dと、この弾性体3の下端面に接合された摺動部材5とからなる超音波振動子2において、上記挟持用凸部3b、3c、3dにより上記積層型圧電素子4を挟持する際に、該挟持用凸部3b、3c、3dを上記弾性体3に対して弾性変形させることにより該積層型圧電素子4を微小長さ圧縮し、これらを上記弾性体3に一体化している超音波振動子2。

(A)



(B)



特開平6-286401

(2)

2

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 基体となる弾性体と、

この弾性体の第1の面に固定され、交流信号が印加されることにより該弾性体を振動させる積層型の電気-機械エネルギー変換素子と、

上記弾性体の第1の面上にて該弾性体と一体化されるとともに、上記電気-機械エネルギー変換素子を挟持する補助弾性体と、

この弾性体の第1の面に対向する第2の面に接合された摺動部材と、

からなる超音波振動子において、上記補助弾性体により上記電気-機械エネルギー変換素子を挟持する際に、該補助弾性体を上記弾性体に対して弾性変形させることにより該電気-機械エネルギー変換素子を微小長さ圧縮し、これらを上記弾性体に一体化することを特徴とする超音波振動子。

【請求項2】 基体となる弾性体と、

この弾性体の第1の面に固定され、交流信号が印加されることにより該弾性体を振動させる積層型の電気-機械エネルギー変換素子と、

上記弾性体の第1の面上にて該弾性体と一体化されるとともに、上記電気-機械エネルギー変換素子を挟持する補助弾性体と、

この弾性体の第1の面に対向する第2の面に接合された摺動部材と、

からなる超音波振動子において、上記補助弾性体により上記電気-機械エネルギー変換素子を挟持する際に、該電気-機械エネルギー変換素子を摺動部材にて上記補助弾性体により弾性変形させることにより該電気-機械エネルギー変換素子を微小長さ圧縮し、これらを上記弾性体に一体化することを特徴とする超音波振動子。

【請求項3】 基体となる弾性体と、

この弾性体の第1の面に固定され、交流信号が印加されることにより該弾性体を振動させる積層型の電気-機械エネルギー変換素子と、

上記弾性体の第1の面上にて該弾性体と一体化されるとともに、上記電気-機械エネルギー変換素子を挟持する補助弾性体と、

この弾性体の第1の面に対向する第2の面に接合された摺動部材と、

からなる超音波振動子において、上記弾性体を第1の面に沿って分割し、これらを接合部材により組み立てることにより上記電気-機械エネルギー変換素子を挟持し、該電気-機械エネルギー変換素子を微小長さ圧縮し、これらを上記弾性体に一体化することを特徴とする超音波振動子。

【請求項4】 基体となる弾性体と、

この弾性体の第1の面に固定され、交流信号が印加され

エネルギー変換素子と、

上記弾性体の第1の面上にて該弾性体と一体化されるとともに、上記電気-機械エネルギー変換素子を挟持する補助弾性体と、

この弾性体の第1の面に対向する第2の面に接合された摺動部材と、

からなる超音波振動子において、上記補助弾性体を第1の面に沿って分割し、これらを接合部材により組み立てることにより上記電気-機械エネルギー変換素子を挟持し、該電気-機械エネルギー変換素子を微小長さ圧縮し、これらを上記弾性体に一体化することを特徴とする超音波振動子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、超音波振動子、より詳しくは、電気-機械エネルギー変換素子に交流信号を印加することにより弾性体を振動させる超音波振動子に関する。

【0002】

【従来の技術】弾性体に固定した積層型圧電素子を駆動力源とし、該弾性体に縦振動および屈曲振動を発生させて、これらの振動を合成し超音波精円振動を起こす超音波振動子は、従来より種々提案されていて、このようなものの一例として、先に本出願人が提案した特開平4-321096号に記載の「超音波リニアモータおよびその製造方法」が上げられる。

【0003】該出願の明細書に記載された超音波振動子52は、図5に示すように、直方体形状の弾性体53上に、保持部材54、55、56により挟み込んだ2つの積層型圧電素子4を固定して構成されていて、上記弾性体53の下端面の両側部には摺動部材5を接着している。上記積層型圧電素子4には、後述する駆動電圧を印加するための端子A、B、Cが、それぞれ図示のように接続されている。

【0004】このような振動子52を、図6に示すようにリニアガイド61、ガイドレール62、保持枠63、ビス64、押圧力調整ネジ65、バネ66、振動子保持部材67により、左右方向に直線移動可能なように保持しながら、かつ被駆動部材たる摺動板68に上記摺動部材5を介して摩擦接触するように押圧して、超音波リニアモータが構成されている。

【0005】上述のような振動子52の寸法を適当に調節して、2つの積層型圧電素子4に交番電圧を印加すると、図7(A)に示す共振縦振動と図7(B)に示す共振屈曲振動とが同時に発生する。そして、これら印加電圧の位相差を適当に調整すると、縦振動と屈曲振動が合成されて、屈曲振動の腹位置に精円振動が発生する。この屈曲振動の腹位置に固定した摺動部材5により、摺動板68を駆動して移動させるようになっている。

一般に積層型圧電素子に過剰な

(3)

特開平6-286401

3

引張り応力を与えると、積層部が剥離して破壊されてしまうことが知られている。従って、積層型圧電素子が伸縮する際に、引張り応力が加わらないように、あらかじめ何らかの方法で予圧を印加しておく必要がある。また、積層型圧電素子の振動を損失することなく完全に弾性体に伝えるためには、保持部材との間隙をなくす等の工夫が必要になる。

【0007】このため上記リアモータでは、積層型圧電素子に数10Vの直流電圧を印加して伸張させることにより力学的な予圧を与えておき、これに振動を発生させるための交流電圧を重ねて駆動するようにしていた。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、積層型圧電素子に印加する交番電圧に数10Vのオフセット電圧を重ねる場合には、オフセット電圧以上の直流電圧源が必要となる。一般の論理回路は数V～12V程度で動作するために、論理回路用の電圧も他に必要になり、電源部が複雑になるという問題点がある。さらに電池を電源とした場合には、DC/DCコンバータ等の昇圧手段が必要となり、電力損失が発生して電池寿命が短くなるという問題点も有している。

【0009】本発明はかかる問題点に鑑みてなされたものであり、積層型圧電素子にオフセット電圧を印加することなく該積層型圧電素子に予圧を与えることができる超音波振動子を提供することを目的としている。

【0010】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成するために、本発明による超音波振動子は、基体となる弾性体と、この弾性体の第1の面に固定され交流信号が印加されることにより該弾性体を振動させる積層型の電気-機械エネルギー変換素子と、上記弾性体の第1の面上にて該弾性体と一体化されるとともに上記電気-機械エネルギー変換素子を挟持する補助弾性体と、この弾性体の第1の面に対向する第2の面に接合された摺動部材とからなる超音波振動子において、上記補助弾性体により上記電気-機械エネルギー変換素子を挟持する際に、該補助弾性体を上記弾性体に対して弾性変形させることにより該電気-機械エネルギー変換素子を微小長さ圧縮し、これらを上記弾性体に一体化している。

【0011】また、本発明による超音波振動子は、基体となる弾性体と、この弾性体の第1の面に固定され交流信号が印加されることにより該弾性体を振動させる積層型の電気-機械エネルギー変換素子と、上記弾性体の第1の面上にて該弾性体と一体化されるとともに上記電気-機械エネルギー変換素子を挟持する補助弾性体と、この弾性体の第1の面に対向する第2の面に接合された摺動部材とからなる超音波振動子において、上記補助弾性体により上記電気-機械エネルギー変換素子を挟持する際に、該電気-機械エネルギー変換素子を摺動部材にて上

4

記補助弾性体に押圧して上記弾性体に対して弾性変形させることにより該電気-機械エネルギー変換素子を微小長さ圧縮し、これらを上記弾性体に一体化している。

【0012】さらに、本発明による超音波振動子は、基体となる弾性体と、この弾性体の第1の面に固定され交流信号が印加されることにより該弾性体を振動させる積層型の電気-機械エネルギー変換素子と、上記弾性体の第1の面上にて該弾性体と一体化されるとともに上記電気-機械エネルギー変換素子を挟持する補助弾性体と、この弾性体の第1の面に対向する第2の面に接合された摺動部材とからなる超音波振動子において、上記弾性体を第1の面に沿って分割し、これらを螺合部材により組み立てることにより上記電気-機械エネルギー変換素子を挟持し、該電気-機械エネルギー変換素子を微小長さ圧縮し、これらを上記弾性体に一体化している。

【0013】加えて、本発明による超音波振動子は、基体となる弾性体と、この弾性体の第1の面に固定され交流信号が印加されることにより該弾性体を振動させる積層型の電気-機械エネルギー変換素子と、上記弾性体の第1の面上にて該弾性体と一体化されるとともに上記電気-機械エネルギー変換素子を挟持する補助弾性体と、この弾性体の第1の面に対向する第2の面に接合された摺動部材とからなる超音波振動子において、上記補助弾性体を第1の面に沿って分割し、これらを螺合部材により組み立てることにより上記電気-機械エネルギー変換素子を挟持し、該電気-機械エネルギー変換素子を微小長さ圧縮し、これらを上記弾性体に一体化することを特徴とする超音波振動子。

【0014】

【作用】上記補助弾性体が上記電気-機械エネルギー変換素子を挟持し、この際に、該補助弾性体を上記基体となる弾性体に対して弾性変形させることにより該電気-機械エネルギー変換素子を微小長さ圧縮してこれらを該弾性体に一体化し、交流信号を印加することにより該電気-機械エネルギー変換素子が、同弾性体を振動させる。

【0015】また、上記補助弾性体が上記電気-機械エネルギー変換素子を挟持し、この際に、該電気-機械エネルギー変換素子を摺動部材にて該補助弾性体に押圧して上記基体となる弾性体に対して弾性変形させることにより、該電気-機械エネルギー変換素子を微小長さ圧縮してこれらを該弾性体に一体化し、交流信号を印加することにより該電気-機械エネルギー変換素子が、同弾性体を振動させる。

【0016】さらに、上記第1の面に沿って分割された弾性体が、これらを螺合部材により組み立てることにより上記電気-機械エネルギー変換素子を挟持し、該電気-機械エネルギー変換素子を微小長さ圧縮してこれらを上記弾性体に一体化し、交流信号を印加することにより該電気-機械エネルギー変換素子が、同弾性体を振動さ

40

40

50

(4)

特開平6-286401

5

6

せる。

【0017】加えて、上記第1の面に沿って分割された補助弾性体が、これらを螺合部材により組み立てることにより上記電気-機械エネルギー変換素子を挟持し、該電気-機械エネルギー変換素子を微小長さ圧縮してこれらを上記弾性体に一体化し、交流信号を印加することにより該電気-機械エネルギー変換素子が、同弾性体を振動させる。

【0018】

【実施例】以下、図面を参照して本発明の実施例を説明する。図1は本発明の第1実施例を示したものである。図1(A)に示すように、振動子2は、弾性体3と電気-機械エネルギー変換素子たる積層型圧電素子4とでその主要部を構成されている。

【0019】上記弾性体3は、黄銅等で略直方体形状に形成されていて、上端面から下方に向かって2ヶ所の矩形切欠3aを設けて、これにより3ヶ所の補助弾性体たる扶持用凸部3b、3c、3dを構成している。これらの矩形切欠3aの該弾性体3の長手方向の両側部には、下方に向かってU字状切欠3eがそれぞれ形成されている。なお、該弾性体3の寸法は、振動子2の1次の縦振動と2次の屈曲振動の共振周波数が一致するように決定されている。

【0020】上述のような弾性体3の矩形切欠3aに対して、2つの積層型圧電素子4が、上記扶持用凸部3b、3dとU字状切欠3eを貫通して該弾性体3の側面から取り付けられたビス12の締め付けによる圧力と、接着剤6とを併用して固定されている。

【0021】そして、該弾性体3の下端面の上記屈曲振動の腹となる位置には摺動部材5が固着されていて、これにより超音波リニアモータを構成する際の被駆動体に摺動させるようになっている。

【0022】次に、この第1実施例の作用を説明する。図1(B)に示すように、ビス12を締め付けることにより、扶持用凸部3b、3dが、図の波線で示す位置から実線で示す位置に弾性変形して、積層型圧電素子4に積層方向の予圧が付加される。

【0023】この状態で、2つの積層型圧電素子4に、互いに90度の位相差を有する交番電圧を印加すると、該積層型圧電素子4に発生した伸縮振動が伝達されて、弾性体3に図7(A)に示すような縦振動と、(B)に示すような屈曲振動とが同時に発生する。この結果、摺動部材5には超音波楕円振動が発生する。

【0024】この際、積層型圧電素子4で発生した振動により扶持用凸部3b、3dのみが振動するのをビス12の引張力で防止することができ、弾性体3全体に伝わる振動が減衰するのを防いで効率よく振動させることができる。また、ビス12のガタにより扶持用凸部3b、3dが独立に振動してしまうことを防止するために、予圧調整後に接着や溶接等の手段でビス12および扶持用

凸部3b、3d全体を固定するとなおよい。

【0025】このような第1実施例によれば、オフセット電圧を印加することなく積層型圧電素子に予圧を与えることができる。しかもビスの締め付けトルクを調整することで、2つの積層型圧電素子に加わる予圧をそれぞれ独立に調整でき、これにより最適な予圧調整が可能になる。

【0026】図2は本発明の第2実施例を示したものである。この第2実施例は上述の第1実施例とほぼ同様であるので、主として異なる部分についてのみを説明する。図2(A)に示すように、上記弾性体13は、黄銅等で略直方体形状に形成されていて、上端面から下方に向かって該弾性体13の長手方向の長さよりもやや短い長さの1ヶ所の矩形切欠13aを設けて、これにより両側部に2ヶ所の補助弾性体たる扶持用凸部13b、13dを構成している。なお、該弾性体13の寸法は、振動子の1次の縦振動と2次の屈曲振動の共振周波数が一致するように決定されている。

【0027】上述のような弾性体13の矩形切欠13aに対して、2つの積層型圧電素子4が、補助弾性体たる保持部材16、17とその間に配設された楔部材15を挟みこんで配設されている。該積層型圧電素子4は、接着剤により弾性体13に接着されるとともに、上記楔部材15を貫通して弾性体13に締結されているビス12により、楔圧を調整して固定されている。

【0028】そして、該弾性体13の下端面の上記屈曲振動の腹となる位置には、摺動部材5が固着されていて、これにより超音波リニアモータを構成する際の被駆動体に摺動させるようになっている。

【0029】次に、この第2実施例の作用を説明する。ビス12を締め付けることで楔部材15に加わった下向きの力が、図2(B)に示すように、左右方向の力に変換されて保持部材16、17に印加される。これにより積層型圧電素子4に積層方向の予圧が加わる。

【0030】この状態で、2つの積層型圧電素子4に交番電圧をそれぞれ印加すると、摺動部材14には超音波楕円振動が発生する。

【0031】なお、圧電素子4の振動により、保持部材16、17と楔部材15の間にすべりが発生して振動エネルギーの損失が発生するのを防ぐために、予圧調整後に保持部材16、17、楔部材15、ビス12および弾性体7を、相互に接着や溶接等の手段で固定するとなおよい。また、この第2実施例では、保持部材16、17が接着固定された後は、楔部材15およびビス12は除去してもかまわない。

【0032】このような第2実施例によれば、上述の第1実施例とほぼ同様の効果を有するとともに、第1実施例と比較して弾性体にU字状切欠のような複雑な構造がないために、超音波リニアモータの駆動源となる楕円運動を構成する縦振動と屈曲振動以外の余計な振動が発生

(5)

特開平6-286401

7

し難く、振動子の設計がより簡単になるという特徴がある。

【0033】図3は本発明の第3実施例を示したものである。この第3実施例は上述の第1、第2実施例とほぼ同様であるので、主として異なる部分についてのみを説明する。図3に示すように、黄銅等で形成されたやや縦長の直方体形状の弾性体23を、2つの黄銅等で形成された略し字形状の弾性体21、22で挟み込み、これらを2本のビス24で貫通して両端にナット25を締結することにより、3つの弾性体21、22、23は一体的に接合されている。

【0034】この接合の際に、該接合により構成される2つの矩形状凹部21a、22aに、2つの積層型圧電素子4を挟みこんで接着剤で固定する。

【0035】なお、弾性体21、22、23の図の横方向の寸法は、3つの弾性体相互の隙間がビス24を締め付けることによりなくなり、かつ積層型圧電素子4に適当な予圧が加わるように決定される。

【0036】そして、該弾性体21、22の下端面の屈曲振動の腹となる位置には、摺動部材5が固着されていて、これにより超音波リニアモータを構成する際の被駆動体に摺動させるようになってい

る。

【0037】次に、この第3実施例の作用を説明する。ビス24とナット25で弾性体21、22、23を一体に接合する際に、積層型圧電素子4に予圧が加わる。このときに、ビス24の締め付けトルクを調整することにより、付加する予圧の大きさをコントロールすることができる。

【0038】この状態で、2つの積層型圧電素子4に交番電圧を印加すると、摺動部材5には超音波楕円振動が発生する。

【0039】なお、3つの弾性体21、22、23は、ナット25を締め付けた後に接着や溶接等の手段で互いに接合した方が、境界面での振動の反射が減少し、振動エネルギーの損失が少なくなっておよい。

【0040】このような第3実施例によれば、上述の第1、第2実施例とほぼ同様の効果を有するとともに、第1、第2実施例と比較して構成部材の形状が単純になるために、各部材の加工がしやすく、振動子の製造コストを下げることができる。

【0041】図4は本発明の第4実施例を示したものである。この第4実施例は上述の第1ないし第3実施例とほぼ同様であるので、主として異なる部分についてのみを説明する。図4(A)に示すように、2つの中空構造の電気-機械エネルギー変換素子たる積層型圧電素子34を、3つの補助弾性体たる保持部材31、32、33により挟み込み、長手方向の両側面よりビス36を締め付けることにより一体的に固定している。

【0042】このような積層型圧電素子34および保持部材31、32、33を、図4(B)に示すように、細

8

長の直方体形状の弾性体35の上端面に、溶接や接着等の手段で固定して、振動子を構成している。

【0043】そして、該弾性体35の下端面の屈曲振動の腹となる位置には、摺動部材5が固着されていて、これにより超音波リニアモータを構成する際の被駆動体に摺動させるようになってい

る。

【0044】次に、この第4実施例の作用を説明する。上記積層型圧電素子34には、ビス36を締め付けることにより予圧が付加され、かつビス36の締め付けトルクを変えることにより、予圧の強さをコントロールすることができる。

【0045】この状態で、2つの積層型圧電素子34に交番電圧をそれぞれ印加すると、摺動部材5には超音波楕円振動が発生する。

【0046】このような第4実施例によれば、上述の第1ないし第3実施例とほぼ同様の効果を有するとともに、第1ないし第3実施例と比較して、積層型圧電素子に予圧を印加する際に、振動子を構成する弾性体に歪を生じさせないという利点を有する。このため、圧電素子に交番電圧を印加して振動を発生させたときに、振動子の振動をより安定化することができる。

【0047】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、積層型圧電素子にオフセット電圧を印加することなく該積層型圧電素子に予圧を与えることができる超音波振動子を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施例を示す超音波振動子の、(A)側面図、(B)積層型圧電素子を挟持する構成を説明する部分拡大側面図。

【図2】本発明の第2実施例を示す超音波振動子の、(A)側面図、(B)積層型圧電素子を挟持する構成を説明する部分拡大側面図。

【図3】本発明の第3実施例を示す超音波振動子の側面図。

【図4】本発明の第4実施例を示す超音波振動子の、(A)積層型圧電素子を挟持する構成を説明する部分拡大斜視図、(B)側面図。

【図5】従来の超音波振動子を示す斜視図。

【図6】上記図5に示した従来の超音波振動子を用いて構成した超音波リニアモータを示す側面図。

【図7】上記図5に示した超音波振動子の、(A)共振縦振動状態、(B)共振屈曲振動状態をそれぞれ示す線図。

【符号の説明】

2…超音波振動子

3…弾性体

3b、3c、3d…挟持用凸部(補助弾性体)

4…積層型圧電素子(電気-機械エネルギー変換素子)

5…摺動部材

40

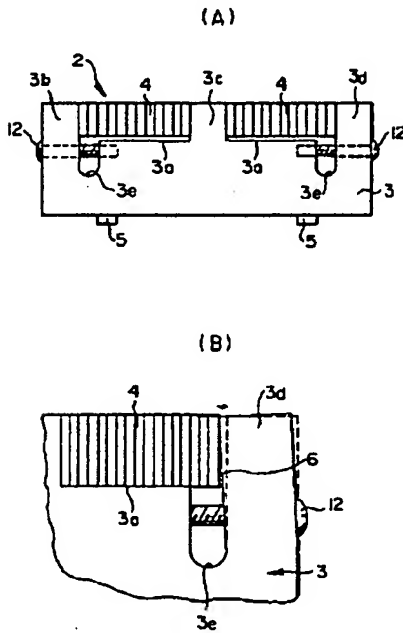
40

50

9

- 12…ビス  
 13…弾性体  
 13b, 13d…扶持用凸部(補助弾性体)  
 15…楔部材  
 16, 17…保持部材(補助弾性体)  
 21, 22, 23…弾性体

【図1】



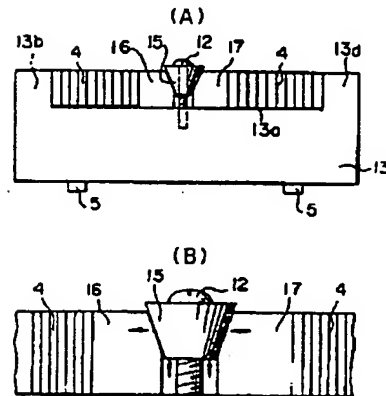
(6)

特開平6-286401

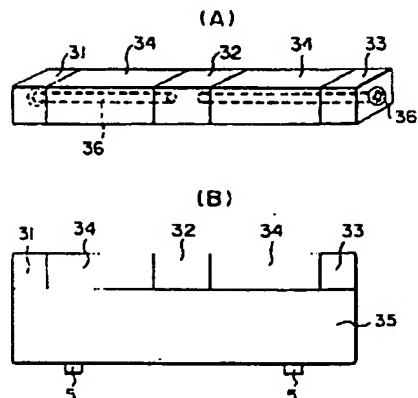
10

- 24…ビス  
 31, 32, 33…保持部材(補助弾性体)  
 34…積層型圧電素子(電気-機械エネルギー変換素子)  
 35…弾性体  
 36…ビス

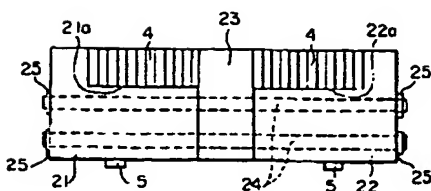
【図2】



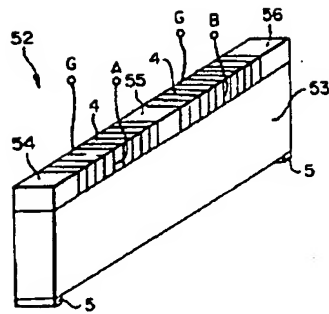
【図4】



【図3】

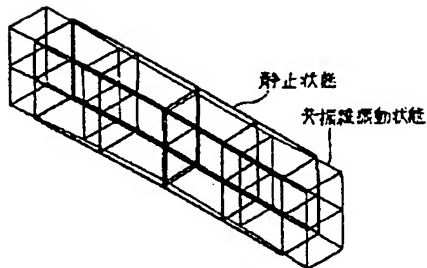


【図5】

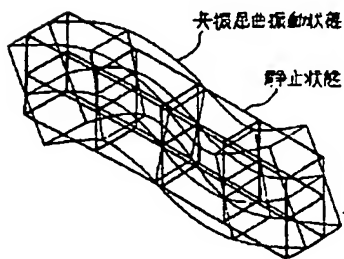


【図7】

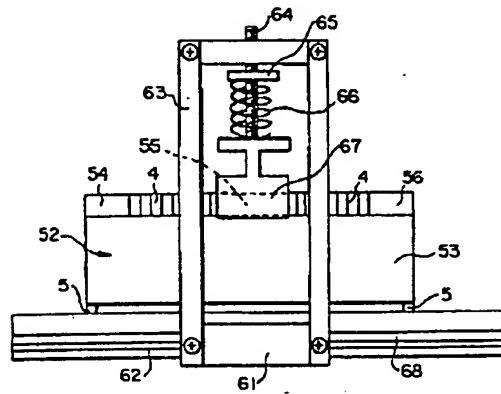
(A)



(B)



【図6】



フロントページの続き

(72)発明者 大内 孝司  
東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリ  
ンパス光学工業株式会社内

(72)発明者 今井 裕五  
東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリ  
ンパス光学工業株式会社内

(72)発明者 谷口 秀久  
東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリ  
ンパス光学工業株式会社内